Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das tropische Laubblatt

von

Prof. Dr. **G. Haberlandt** in Graz.

Während meines mehrmonatlichen Aufenthaltes im botanischen Garten zu Buitenzorg auf Java (vom 15. November 1891 bis 24. Februar 1892), dessen vortrefflichen Einrichtungen die allgemeine Botanik schon seit Jahren so vielfache Förderung zu verdanken hat, beschäftigte ich mich in erster Linie mit der Anatomie und Physiologie des tropischen Laubblattes, wobei ich namentlich jene Verhältnisse eingehender berücksichtigte, welche mit der enormen Feuchtigkeit des Klimas im Zusammenhange stehen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen mögen nunmehr in einer Reihe von Abhandlungen, von denen jedoch jede einzelne ein selbständiges Ganzes bilden soll, zur Mittheilung gelangen.

Der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, welche mir durch Gewährung einer Reisesubvention, und dem hohen k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht, welches mir durch Bewilligung eines halbjährigen Urlaubes den Aufenthalt in Buitenzorg ermöglicht hat, erlaube ich mir auch an dieser Stelle meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen. Dem wirkl. Mitgliede der kaiserl. Akademie, Herrn Prof. Dr. Jul. Wiesner, welcher sich für das Zustandekommen meiner Tropenreise in hohem Masse interessirt hat, bin ich gleichfalls den aufrichtigsten Dank schuldig.

Mit dem Gefühle lebhaftester Dankbarkeit werde ich ferner stets der so vielseitigen Unterstützung und Förderung gedenken, welche mir seitens des Directors des botanischen Gartens zu

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Buitenzorg, Herrn Dr. M. Treub, zu Theil geworden ist. Auch dem Vorstande der phytopathologischen Abtheilung dieses Gartens, Herrn Dr. J. M. Janse, dem Adjunctdirector Herrn Dr. Burck, dem Vorstand des agriculturchemischen Laboratoriums, Herrn Dr. v. Romburgh, ferner Herrn Dr. J. van Bemmelen in Batavia, wie Herrn Dr. Ridley, Director des botanischen Gartens in Singapore, möchte ich für ihre so mannigfache Unterstützung und Förderung meines Unternehmens nochmals meinen besten Dank ausdrücken.

I. Über die Transpiration einiger Tropenpflanzen.

1. Klimatologische Bemerkungen.

Da meines Wissens Transpirationsversuche mit tropischen Gewächsen unter jenen äusseren Verhältnissen, wie sie durch ein überaus feuchtes Tropenklima gegeben sind, bisher noch nicht angestellt wurden, so hatte ich eine Reihe derartiger Versuche um so bestimmter in mein Arbeitsprogramm aufgenommen, als für das richtige Verständniss des anatomischen Baues des tropischen Laubblattes die Kenntniss einiger Transpirationsgrössen in hohem Grade erwünscht sein musste. Bevor ich nun daran gehe, meine im botanischen Garten zu Buitenzorg in der Zeit von Ende December bis Anfang Februar 1891/92 durchgeführten Transpirationsversuche zu beschreiben, habe ich vorerst das Klima von Buitenzorg, soweit es für die Beurtheilung der äusseren Transpirationsverhältnisse in Betracht kommt, in Kürze zu schildern.

Was zunächst die Temperaturverhältnisse anlangt, so beträgt die mittlere Jahrestemperatur zu Buitenzorg (Seehöhe 265 *m*) 25° C., d. i. um 0·9° C. weniger als in Batavia und um 1·7° C. weniger als in Singapore.[1] Die mittleren Jahresextreme sind 30·1 und 20·9° C., so dass die absolute Jahresschwankung 9·2° beträgt. Die mittlere Temperatur des wärmsten Monates, des September, beträgt 25·5, die des kältesten, des Februar, 24·5° C. Die Schwankungen der Monatsmittel vollziehen sich demnach innerhalb der Grenzen eines Centigrades.

[1] Vergl. Hann, Handbuch der Klimatologie, S. 320.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die normale tägliche Wärmeschwankung beträgt nach den Aufzeichnungen eines Richard'schen Thermographen,[1] der während der Dauer meiner Transpirationsversuche an geschützter Stelle vor dem Laboratoriumsgebäude angebracht war, in den Monaten Jänner und Februar 6—8° C. Die tägliche Temperaturscurve zeigte in der Regel folgenden Verlauf: Morgens zwischen 6 und 7 Uhr war die Temperatur am niedrigsten. Das Minimum schwankte, von extremen Fällen abgesehen, zwischen 21 und 23° C. Während des Vormittages stieg die Temperatur erst rasch, dann etwas langsamer bis auf 29—30·5° C. Dieses Maximum wird selten schon zur Mittagszeit, gewöhnlich erst zwischen 1 und 2 Uhr Nachmittags erreicht. Nun sinkt die Temperatur nach Massgabe der nachmittägigen Umwölkung, beziehungsweise der Ausgiebigkeit und Dauer des Regenfalles bald rascher, bald langsamer auf 23—25° C. herab. Dies ist die gewöhnliche Abendtemperatur, die dann im Laufe der Nacht ganz allmählig das oben angegebene Minimum erreicht.

Mit Rücksicht auf die Transpiration direct insolirter Pflanzen habe ich auch zu verschiedenen Malen Beobachtungen mit einem Solarthermometer (Schwarzkugelthermometer im Vacuum) angestellt, dessen Angaben bekanntlich nur insoweit von der Sonnenhöhe abhängen, als durch dieselbe die Länge des Weges bestimmt wird, den die Strahlen durch die absorbirende Atmosphäre zurückzulegen haben. Die höchsten Temperaturen, welche auf diese Weise ermittelt wurden, betrugen zur Mittagszeit bloss 55—56·7° C. (z. B. am 15. December 56·7°, am 21. December 55·5°, am 15. Februar 56·2°); nahezu dieselben Maxima habe ich an dem gleichen Instrumente trotz des bedeutend niedrigeren Sonnenstandes am Mittag des 19. und 20. August 1892 (55 und 55·6°) im botanischen Garten zu Graz abgelesen. Wenn also trotz des kürzeren Weges, welchen die Sonnenstrahlen in der Atmosphäre zurückzulegen hatten, die »Temperatur in der Sonne« zu Buitenzorg doch nicht nennenswerth höher stieg, als zu Graz,[2] so kann dies nur durch das

[1] Derselbe wurde mir seitens der Gartendirection bereitwilligst zur Verfügung gestellt.

[2] Damit stimmen die Ergebnisse einiger Beobachtungen überein, welche ich im Buitenzorger Garten anstellte, um den Grad der Erwärmung direct

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

grössere Absorptionsvermögen der Atmosphäre bedingt worden sein, und dieses wieder beruhte wohl zweifellos auf dem bedeutend grösseren Wasserdampfgehalt der Atmosphäre,[1] von welchem noch weiter unten ausführlicher die Rede sein wird.

Hinsichtlich der Regenverhältnisse und der Luftfeuchtigkeit ist zunächst hervorzuheben, dass sich der in Ost- und theilweise auch noch in Mitteljava ziemlich scharfe Unterschied zwischen der trockenen und der nassen Jahreszeit (»Ost- und Westmonsun«) gegen Westen zu immer mehr verwischt und hier nur ausnahmsweise (z. B. im Jahre 1891) voll zur Geltung kommt. Die Niederschlagsmengen vertheilen sich demnach zu Buitenzorg nach mehrjährigen Regenmessungen in folgender Weise auf die einzelnen Monate:[2] Januar 473, Februar 452, März 445, April 370, Mai 382, Juni 297, Juli 317, August 257, September 347, October 382, November 343, December 391 *mm*. Das macht zusammen pro Jahr die kolossale

besonnter Pflanzentheile zu erfahren. Solche Beobachtungen sind bereits vor längerer Zeit von Askenasy (Bot. Zeitung, 1875, S. 441) zu Heidelberg angestellt worden. Die Thermometerkugel wurde von demselben entweder dicht an den Pflanzentheil angelegt oder bei succulenten Pflanzen in das Innere des Organes hineingesteckt. Bei einer Schattentemperatur von 31° C. zeigte das Thermometer in einer Blattrosette von *Sempervivum alpinum* 49·7°, von *Semperv. arenarium* 48·7°; in einer *Opuntia Raffinesquiana* 43° C. Die Blätter von *Aubrietia deltoides* und *Gentiana cruciata* hatten sich bis auf 35° erwärmt. Nach der gleichen, allerdings sehr rohen Methode (die insolirten Blätter wurden rasch und fest um die kleine Thermometerkugel herumgewickelt) fand ich am 15. December Mittags (Lufttemperatur 30·5°, Sonnentemperatur 56·7°) für *Musa sapientum* 34—35·5°, *Acalypha tricolor* 33—34°, *Hibiscus rosa chinensis* 33°. Am 15. Februar zwischen 11 und 12^h Vormittags für *Musa Ensete* 34—35·8°, *Acalypha tricolor* 33·5—35·2°, *Areca Catechu* 37°; Mittags (Lufttemperatur 29·6°, Sonnentemperatur 56·2°) für *Aristolochia labiosa* 35·8°, *Salacia melittocarpa* 35·2°, *Conocephalus ovatus* 37·4°. Am 15. September 1892 Mittags (Lufttemperatur 25·1°, Insolationstemperatur 47·5°) fand ich bei Benützung desselben Thermometers im Grazer botanischen Garten für *Aristolochia Sipho* 30·8°, *Hibiscus palustris* 31·6°, *Canna musaefolia* 34·2°, *Zea Mays* 34·4°. Aus diesen Beobachtungen geht wenigstens so viel hervor, dass die Temperaturen, welche die besonnten Blätter annehmen, in dem feuchtwarmen Tropenklima von Buitenzorg nur um wenige Grade mehr betragen, als in unserem mitteleuropäischen Klima.

[1] Vergl. Hann, l. c. S. 143.

[2] Citirt nach Hann, Handbuch der Klimatologie, S. 324.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Niederschlagsmenge von 4456 *mm*, womit sich Buitenzorg als einer der regenreichsten Orte auf Java, ja auf der ganzen Erde zu erkennen gibt.[1] Der regenreichste Monat ist im Durchschnitt der Januar (473 *mm*) der regenärmste der August (257 *mm*), entsprechend der Vertheilung der beiden Jahreszeiten, von denen die nasse von November bis April, die relativ trockene von Mai bis November währt. Wie wenig ausgesprochen übrigens in der Gegend von Buitenzorg der Gegensatz beider Jahreszeiten ist, geht unter Anderem daraus hervor, dass in einzelnen Jahren die grösste Niederschlagsmenge im Juni und Juli, die kleinste im December und Januar fällt. Dies war z. B. im Jahre 1890 der Fall, in welchem nach den Berichten der meteorologischen Landesanstalt zu Batavia die Regenmenge zu Buitenzorg im Jänner bloss 255, im Juli 472 *mm* betrug.

Die Anzahl der Regentage ist ziemlichen Schwankungen unterworfen; im Jahre 1890 kamen 15—24 Regentage auf den Monat; das ganze Jahr wies 235 Regentage auf. Zur Zeit des Westmonsuns regnet es zuweilen 8—14 Tage hindurch täglich; im Jahre 1890 fiel z. B. in der Zeit vom 1.—21. November bloss an zwei Tagen kein Regen. Anderseits können in allen Monaten fünf- bis neuntägige Perioden ohne Niederschlag vorkommen; ein viele Wochen lang anhaltender Regenmangel, wie er zur Zeit meiner Ankunft in Buitenzorg herrschte, gehört allerdings zu den grössten Seltenheiten.

Die Niederschläge sind fast ausnahmslos Gewitterregen, die sich in der Regel zwischen 2 und 3^h Nachmittag einstellen. Selten beginnt es schon zur Mittagszeit oder noch früher zu regnen, dagegen kommt es häufig vor, dass sich die Regen bis 4 Uhr Nachmittag verspäten. Fast immer fängt der in den Morgen- und Vormittagsstunden heitere, lichtblaue Himmel sich zwischen 1 und 2^h, oft schon früher, zu umwölken an, um sich erst gegen Abend wieder aufzuhellen; dann lässt sich oft noch ein herrlicher Sonnenuntergang mit den

---

[1] Des Vergleiches halber mögen hier die Niederschlagsmengen einiger der regenreichsten Orte Österreichs (nach Hann, l. c. S. 485) mitgetheilt werden: Raibl 2180, das benachbarte Tolmezzo 2420 (die grösste bekannte Regenmenge in den Alpen), Görz 1640, Ischl 1630, Bregenz 1550, Laibach 1420 Salzburg 1160 *mm*.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

farbenreichsten Dämmerungserscheinungen beobachten. Die Dauer des Regens ist, sowie die tägliche Niederschlagsmenge eine sehr wechselnde; erstere schwankt zwischen einer halben Stunde und einem halben Tage, obgleich es nur selten bis in die Nacht hinein regnet; letztere beträgt 1—130 *mm* und darüber; am gewöhnlichsten sind Niederschlagsmengen von 10—30 *mm*, doch sind auch solche bis zu 60 *mm* noch häufig genug. Selten kommt es vor, dass die tägliche Regenmenge 100 *mm* erreicht und überschreitet; im Jahre 1890 gab es bloss zwei solche Regentage (der 29. Juni mit 125 und der 21. September mit 100 *mm*). Die mechanische Intensität dieser heftigen Regenschauer ist eine sehr bedeutende und die derbe lederige Beschaffenheit des tropischen Laubblattes ist, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch zu grossem Theile als eine Festigungseinrichtung aufzufassen, welche das Blatt gegen die heftigen Regengüsse zu schützen hat.[1]

Dass bei so grossen Regenmengen auch die Luftfeuchtigkeit das ganze Jahr hindurch eine überaus grosse ist, erscheint selbstverständlich. Wenn sich der ganze indo-malayische Archipel durch eine constant hohe Luftfeuchtigkeit auszeichnet, so gilt dies in ganz besonderem Masse für Buitenzorg. Nach den Aufzeichnungen eines Richard'schen registrirenden Hygrometers schwankte die relative Luftfeuchtigkeit in den Monaten December und Jänner, zur Zeit, in der ich meine Transpirationsversuche durchführte, zwischen 70—97%. Das Minimum (70—80%) trat um die Mittagszeit, oft erst um 1 Uhr Nachmittag, ein. Dann nahm die Feuchtigkeit bei eintretendem Regen rasch zu, um schon zwischen 3 und 4 Uhr Nachmittag eine Höhe von 90—95% zu erreichen. Von geringen Schwankungen abgesehen, die selten mehr als 5% betrugen, erhielt sich die Curve bei typischem Verlaufe von Abend an bis circa 7 Uhr Früh in der Höhe von 93—97%, um dann allmälig bis Mittag wieder zu sinken. Von 3 Uhr Nachmittag bis 7 Uhr Früh, d. i. durch 16 Stunden, betrug sonach die relative Luftfeuchtigkeit durchschnittlich 95%; zwei Drittel des Tages hindurch war die Luft im Freien fast dampfgesättigt!

---

[1] In einer späteren Abhandlung soll auf diese Verhältnisse näher eingegangen werden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Im Anhange zu diesen Angaben möchte ich noch einige meteorologische Beobachtungen mittheilen, welche von mir in dem 1465 *m* hoch gelegenen Berggarten von Tjibodas, eine halbe Tagreise von Buitenzorg entfernt, auf der Nordseite des urwaldbedeckten, 2700 *m* hohen Gedeh, angestellt wurden. Wenn ich auch in der dortigen Urwaldstation keine Transpirationsversuche durchgeführt habe, so lassen doch die nachfolgenden Daten beurtheilen, dass die Transpiration in jenen relativ kühlen, ewig feuchten, nebelreichen Bergwäldern häufig tage-, ja selbst wochenlang fast gänzlich sistirt sein muss. An den Tagen vom 5.—9. Februar las ich an einem Schleuderthermometer die nachfolgenden Temperaturen ab:

	7h Früh	2h Nachmittag	9h Abends	Mittel
5. Februar	16·3	21·2	18·5	18·66
6. »	15·3	21·0	17·0	17·76
7. »	16·3	19·8	17·5	17·86
8. »	15·5	19·0	17·2	17·23
9. »	16·3	18·0	15·8	16·70.

Die höchste Temperatur betrug am 6. Februar 12h Mittags 23·2°, die niedrigste am 8. Februar 6h Morgens 14°. Bemerkenswerth sind auch die mit Rücksicht auf die beträchtliche Höhe des Sonnenstandes relativ niederen Insolationstemperaturen, welche das Schwarzkugelthermometer anzeigte. Dieselben sind in der nachstehenden Tabelle verzeichnet:

Beobachtungszeit	Temperatur		Anmerkungen
	Schatten	Sonne	
6. Februar 8h	17·5	41·6	Himmel sehr licht, in beträchtlicher Höhe anscheinend ganz leichte Nebel.
6. » 12h	23·2	48·0	Himmel wie vorhin.
8. » 9h	—	45·6	Himmel ganz rein, lichtblau.
10. » 9h	18·5	43·1	Himmel besonders rein.
12. » 12h	22·3	53·4	Himmel ganz rein.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Am 11. Februar unternahm ich einen Ausflug bis Lebak saat, einer 2135 *m* hoch gelegenen felsigen Blösse inmitten des von Laubmoosen und Hymenophylleen strotzenden Bergwaldes, auf welcher ich von 10—$10^1/_2{}^h$ Vormittags verweilte. Bei einer Schattentemperatur von 15·7° stieg die Quecksilbersäule des Schwarzkugelthermometers, als der Himmel etwa 10 Minuten lang ganz rein war, auf 37·5°; etwas später bloss auf 31·5°. Als leichte Nebelschleier vor die Sonne zogen schwankte die Insolationstemperatur zwischen 25 und 28°. Die mittelst eines August'schen Schleuderpsychrometers festgestellte relative Luftfeuchtigkeit betrug 97⁰/₀. Bei so grossem Wasserdampfgehalte der Luft kann demnach, wie die mitgetheilten Daten lehren, trotz der schon ziemlich bedeutenden Seehöhe die Intensität der Sonnenstrahlung nicht nur nicht zunehmen, sie sinkt vielmehr, soweit man aus diesen vereinzelten Beobachtungen schliessen darf, auf ein ziemlich geringes Mass herab. Jedenfalls wird man nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass in den waldreichen Gebirgen Westjavas während des grössten Theiles des Jahres in Höhen von 1500—2200 *m* (und wahrscheinlich noch darüber) die Intensität der Sonnenstrahlung nicht unbeträchtlich geringer ist als zur Vegetationszeit in unseren Alpen. Für die Beurtheilung der javanischen Bergflora jener Höhenzonen ist dies ein nicht unwesentliches Moment.

Während meines Aufenthaltes zu Tjibodas waren die Morgen- und ersten Vormittagstunden gewöhnlich hell und sonnig. Nachmittags regnete es meist sehr heftig und gegen Abend zu war Alles in dichte wallende Nebel gehüllt. Meine Beobachtungen mit einem Schleuderpsychrometer ergaben auch in den hellen Vormittagsstunden am Rande des Waldes eine relative Luftfeuchtigkeit von 80—90%. Morgens um 7^h und in den Nachmittagsstunden betrug dieselbe stets 97—99%. Am 8. Februar 9^h Vormittag 88%, am 10. Februar zur selben Stunde 98%. Die geringste relative Luftfeuchtigkeit habe ich am 12. Februar Mittags 12^h bei heiterem Himmel beobachtet: sie betrug 79%. Im Walde selbst ist die Feuchtigkeit natürlich noch grösser; da wird sie wohl wochenlange nicht unter 90% herabsinken.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

2. Beschreibung der Versuche.

Aus äusseren Ursachen musste ich davon abstehen, zu meinen Transpirationsversuchen ganze bewurzelte Pflanzen zu verwenden. Ich experimentirte demnach mit abgeschnittenen Zweigen oder auch einzelnen Blättern, deren untere Enden in wassergefüllte Glascylinder tauchten, die mit durchbohrten und eventuell halbirten, gut passenden Korkpfropfen verschlossen waren. Der eventuelle Zwischenraum zwischen den Rändern der Öffnung und dem Zweige oder Blattstiele wurde mit Baumwolle gut verstopft. Bekanntlich transpiriren in Wasser gestellte Pflanzen und Pflanzentheile stärker als im Boden wurzelnde Pflanzen, allein da es sich mir nicht so sehr darum handelte, die absoluten Transpirationsgrössen zu bestimmen, als vielmehr das Verhältniss der Transpirationsgrössen tropischer Gewächse zu jenen der bei uns einheimischen oder eingebürgerten Pflanzen kennen zu lernen, so kam der aus der Versuchsmethode entspringende Fehler um so weniger in Betracht, als er natürlich zu Ungunsten der schon von vorneherein sehr wahrscheinlichen Annahme in die Wagschale fiel, dass in einem feuchtwarmen Tropenklima die Transpiration bedeutend geringer sein müsse, als in unserem mitteleuropäischen Sommer.

Die transpirirenden Zweige wurden auf dem freien Platze vor dem Laboratoriumsgebäude unter einem allseits offenen Zelte aufgestellt, dessen mattes Glasdach mit Schlinggewächsen bekleidet war. Vor directer Insolation, wie vor Benetzung durch Regen waren sie vollkommen geschützt. Die Transpirationsverluste wurden täglich zweimal durch Wägung ermittelt. Die erste Wägung wurde gewöhnlich um 7^h Morgens, die zweite um 3^h Nachmittags vorgenommen, entsprechend dem regelmässigen Wechsel der sonnigen, heissen, relativ trockenen und der trüben, kühleren, überaus feuchten Tageszeit. Es war dies für meine Zwecke eine viel natürlichere Eintheilung des ganzen Tages als jene in Tag und Nacht. Sie ermöglichte es, im Durchschnitte zu berechnen, um wie vielmal die Transpiration in einer sonnigen Vormittagstunde grösser war als in einer der Transpiration sehr ungünstigen Nacht- und Nachmittagsstunde.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Reduction der Transpirationsverluste wurde sowohl auf 1 dm^2 Spreitenfläche, wie auf 1 *g* Frischgewicht vorgenommen. Zur Ermittelung der Grösse der Blattoberfläche kam die bekannte Methode in Anwendung, wonach man den Umriss des Blattes auf einen Bogen Papier aufzeichnet und die Fläche des ausgeschnittenen Blattes durch Wägung ermittelt.

Nachstehend folgen nunmehr die Versuchsprotokolle, denen ich für die Mehrzahl der Pflanzen kurze Angaben über den anatomischen Bau der Blattspreiten, soweit dieselben für die Beurtheilung der Transpirationsgrössen von Belang sind, angefügt habe.

1. Loranthus pentandrus.

Zweig mit vier Blättern. Grösse der Blattflächen 1·415 dm^2. Blattgewicht 7·16 *g*.

28. December	5^h	Nachmittag	149·89 *g*
29. »	7^h	Früh	149·02 *g*
29 »	2^h	Nachmittag	146·56 *g*
30. »	7^h	Früh	146·38 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2	1·86 *g*
» » » » 1 *g*	0·37 *g*
» in einer Vormittagstunde	0·351 *g*
» » » Nachm.- u. Nachtstunde	0·033 *g*

Die Transpiration ist in einer Vormittagstunde 10·6 mal so gross als in einer Nachmittag- und Nachtstunde.

2. Conocephalus ovatus (Urticacee).

Ein einzelnes Blatt. Grösse der Blattfläche 2·636 dm^2. Blattgewicht 9·61 *g*.

28. December	5^h	Nachmittag	145·25 *g*
29. »	7^h	Früh	144·66 *g*
29. »	2^h	Nachmittag	144·13 *g*
30. »	7^h	Früh	143·88 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2	0·295 *g*
» » » » 1 *g*	0·081 *g*
» in einer Vormittagstunde	0·088 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde	0·027 *g*

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde 3·2mal so gross, als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Das grosse, ziemlich derb gebaute Blatt besitzt unter der oberen Epidermis ein grosszelliges, aus zwei Zelllagen bestehendes Wassergewebe. In der zweiten Lage befinden sich Cystolithen- und eigenthümliche Schleimzellen. Die Spaltöffnungen, im Niveau der Epidermis gelegen, zeigen nichts Besonderes. Die in mehrfacher Hinsicht interessanten wasserabscheidenden Organe der Blattoberseite sollen in der nächsten Abhandlung eingehender beschrieben werden.

3. **Acalypha tricolor** (Euphorbiacee).

Zweig mit 3 ausgewachsenen, einem halbausgewachsenen und einem ganz jungen Blatt. Grösse der Blattfläche 2·337 dm^2. Blattgewicht 4·26 *g*.

31. December	7^h	Früh	135·73 *g*
31. »	5^h	Nachmittag	125·05 *g*
1. Jänner	7^h	Früh	124·56 *g*
2. »	7^h	Früh	120·49 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 . . . . 3·25 *g*
» » » » 1 *g* . . . . 1·79 *g*
» in einer Vormittagstunde . . . . 1·068 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·035 *g*

Die Transpiration ist in einer Vormittagstunde 30·5 mal so gross, als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Das krautige Blatt dieses in Ostindien, Ceylon und Java sehr verbreiteten und beliebten Zierstrauches besitzt beiderseits eine hohe, dünnwandige, den Charakter von Wassergewebe tragenden Epidermis. Palissadengewebe einschichtig, Schwammparenchym drei- bis vierschichtig. Spaltöffnungen im Niveau der Epidermis oberseits spärlich, unterseits zahlreich, mit sehr kleinen äusseren Cuticularleisten. Die inneren Leisten fehlen. Die verhältnissmässig sehr starke Transpiration bewirkt in den späteren Vormittagstunden tagtäglich ein meist bedeutendes Welken der Blätter, die aber im Laufe des Nachmittags, nach Eintritt des Regens, sehr bald wieder vollkommen turgescent werden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

4. Musa Ensete.

Kleines ausgewachsenes Blatt. Grösse der Blattfläche 3·57 dm^2. Blattgewicht 11·32 *g*.

4. Jänner	7^h	Früh	148·07 *g*
4. »	3^h	Nachmittag	146·65 *g*
5. »	7^h	Früh	146·29 *g*
6. »	7^h	Früh	144·85 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2	0·451 *g*
» » » » 1 *g*	0·142 *g*
» in einer Vormittagstunde	0·177 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde	0·022 *g*

Die Transpiration ist in einer Vormittagstunde achtmal so gross, als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Epidermis beiderseits kleinzellig, Aussenwände schwach verdickt. Darunter auf beiden Seiten je eine Lage sehr grosser Wassergewebszellen. Palissadengewebe einschichtig, Schwammparenchym zwei- bis dreischichtig; zu unterst noch eine Lage trichterförmiger Assimilationszellen. Spaltöffnungen bloss unterseits, im Niveau der Epidermis, typisch gebaut, mit engem Vor- und Hinterhof.

5. Pterocarpus saxatilis (Papilionacee).

Ein gefiedertes Blatt mit sechs Fiederblättern. Grösse der Blattfläche 4·467 dm^2. Blattgewicht 4·45 *g*.

3. Jänner	7^h	Früh	159·31 *g*
3. »	3^h	Nachmittag	155·57 *g*
4. »	7^h	Früh	154·61 *g*
4. »	3^h	Nachmittag	153·22 *g*
5. »	7^h	Früh	152·92 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^3	0·714 *g*
» » » » 1 *g*	0·716 *g*
» in einer Vormittagstunde	0·320 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde	0·032 *g*

Die Transpiration ist in einer Vormittagstunde zehnmal so gross, als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Das Blatt ist ziemlich dünn, lederartig. Oberseitige Epidermis grosszellig, mit sehr zahlreichen, grossen in das Mesophyll sich vorwölbenden Schleimzellen, deren Innenwände schleimig verdickt sind. Palissadengewebe einschichtig. Die Zellen sind an ihren oberen Enden etwas erweitert; hier findet man auch fast durchgehends die Chlorophyllkörner zusammengedrängt. Der untere farblose Theil der Palissadenzellen zeigt häufig gewellte Wandungen. Es scheint hier demnach eine eigenthümliche Combination von Assimilations- und Wassergewebe in einer einzigen Zellschicht vorzuliegen. Schwammparenchym dreischichtig. Spaltöffnungen im Niveau der Epidermis, typisch gebaut mit Vor- und Hinterhof.

6. Ficus elastica.

A. Ein älteres Blatt. Grösse der Blattfläche 1·246 *dm*². Blattgewicht 5·66 *g*.

2. Jänner	5h	Nachmittag	160·25 *g*
3. »	7h	Früh	160·14 *g*
3. »	3h	Nachmittag	158·34 *g*
4. »	7h	Früh	157·80 *g*
4. »	3h	Nachmittag	156·54 *g*
5. »	7h	Früh	156·34 *g*

Transpirationsgrösse per Tag und 1 *dm*² . . . . 1·52 *g*
» » » » 1 *g* . . . . 0·355 *g*
» in einer Nachmittagstunde . . . . . 0·225 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·018 *g*

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde zwölfmal so gross, als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

B. Ein jüngeres, aber schon ausgewachsenes Blatt desselben Sprosses: Grösse der Blattfläche 1·038 *dm*², Blattgewicht 4·97 *g*.

2. Jänner	5h	Nachmittag	150·71 *g*
3. »	7h	Früh	150·56 *g*
3. »	3h	Nachmittag	148·94 *g*
4. »	7h	Früh	148·42 *g*
4. »	3h	Nachmittag	147·27 *g*
5. »	7h	Früh	147·07 *g*

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 . . . . 1·68 *g*
» » » » 1 *g* . . . . 0·351 *g*
» in einer Vormittagstunde . . . . 0·202 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·019 *g*

Die Transpiration ist in einer Vormittagstunde 10·5 mal so gross, als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Der Bau des derben, lederartigen Blattes ist hinlänglich bekannt. Epidermis beiderseits mit sehr stark verdickten Aussenwänden, deren Cuticularschichten mächtig entwickelt sind. Wassergewebe beiderseits dreischichtig, auf der Oberseite bedeutend dicker. Spaltöffnungen sehr zahlreich, tief eingesenkt. Die krugförmige äussere Athemhöhle wird durch sehr dünne, weit vorspringende Cuticularleisten vom weiten Vorhof getrennt. Hinterhof bloss durch ganz schmale Leistchen angedeutet. Alle diese Einrichtungen deuten auf ausgiebigen Transpirationsschutz hin.

7. **Xanthophyllum vitellinum** (Polygalee).

Zweig mit 12 ausgewachsenen Blättern. Grösse der Blattfläche 3·025 dm^2. Blattgewicht 6·92 *g*.

7. Jänner 3^h Nachmittag . . . . 153·85 *g*
8. » 7^h Früh . . . . 153·68 *g*
8. » 2^h Nachmittag . . . . 152·12 *g*
9. » 7^h Früh . . . . 151·32 *g*
9. » 3^h Nachmittag . . . . 150·32 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 . . . . 0·583 *g*
» » » » 1 *g* . . . . 0·255 *g*
» in einer Vormittagstunde . . . . 0·26 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·028 *g*

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde 9·2 mal so gross als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Das dunkelgrüne, stark glänzende Blatt dieses herrlichen Baumes ist derb, lederartig. Die Aussenwände der Epidermis sind ziemlich verdickt. Unter der oberen Epidermis befindet sich eine allerdings nicht continuirliche Schicht von mässig grossen Wassergewebszellen; stellenweise sieht man bloss

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

einzelne Zellen, an anderen Stellen wieder ausgedehnte Zelllagen. Mesophyll mächtig entwickelt; Palissadengewebe oberseits dreischichtig; unterseits zwei bis drei Lagen kurzer Palissadenzellen. Schwammparenchym derbwandig, mit weiten Lufträumen. Gefässbündelenden mit weiten, spiralförmig verdickten Speichertracheïden. Spaltöffnungen im Niveau der Epidermis, typisch gebaut.

8. **Gonocaryum pyriforme** (Olacacee).

Zweig mit sechs ausgewachsenen Blättern. Grösse der Blattfläche 6·48 dm^2. Blattgewicht 17·78 *g*.

7. Jänner	3^h	Nachmittag	167·22 *g*
8. »	7^h	Früh	166·40 *g*
8. »	2^h	Nachmittag	164·02 *g*
9. »	7^h	Früh	163·05 *g*
9. »	3^h	Nachmittag	161·32 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 . . . . 0·455 *g*
» » » » 1 *g* . . . . 0·165 *g*
» in einer Vormittagstunde . . . . 0·216 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·054 *g*

Die Transpiration ist in einer Vormittagstunde viermal so gross als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Das gelblichgrüne Blatt ist derb, lederartig. Epidermis namentlich oberseits mit sehr stark verdickten Aussenwänden. Ziemlich zahlreiche Epidermiszellen sind zu merkwürdig gebauten, wasserabsorbirenden Organen umgewandelt, welche in einer späteren Abhandlung ausführlicher beschrieben werden sollen. Mesophyll locker gebaut. Palissadengewebe einschichtig, darunter Sammelzellen. Schwammparenchym mächtig entwickelt. Isolirte, sehr dickwandige Sklereïden durchziehen namentlich senkrecht zur Blattfläche das Mesophyll. Spaltöffnungen nicht eingesenkt, aber mit sehr weitem Vorhof.

9. **Daemonorops oblongus** (Kletterpalme).

Ein ziemlich junges, aber schon ausgewachsenes Fiederblatt. Grösse der Blattfläche 5·338 dm^2. Blattgewicht 6·35 *g*.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

10. Jänner 3h Nachmittag............147·50 *g*
11. » 7h Früh..................146·62 *g*
11. » 3h Nachmittag............143·95 *g*
12. » 7h Früh..................143·65 *g*
12. » 4h Nachmittag............142·01 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 ....0·47 *g*
» » » » 1 *g* ....0·43 *g*
» in einer Vormittagstunde ....0·269 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·036 *g*

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde 7·4 mal so gross als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Die Blattfiedern sind dünn, aber sehr derb gebaut. Epidermis kleinzellig, Seitenwände stark gewellt. Darunter beiderseits in unregelmässigen Abständen einschichtige Bastbänder von sehr verschiedener Breite. Mesophyll dreischichtig; ober- und unterseits je eine Palissadenlage, dazwischen quergestreckte Zuleitungszellen. Spaltöffnungen etwas eingesenkt; Schliesszellen hoch, Vor- und Hinterhof sehr enge.

10. **Sanchezia nobilis** (Acanthacee).

Zweig mit sechs Blättern. Grösse der Blattfläche 3·415 dm^2. Blattgewicht 12·91 *g*.

10. Jänner 3h Nachmittag ....156·07 *g*
11. » 7h Früh..................152·16 *g*
11. » 3h Nachmittag............149·08 *g*
12. » 7h Früh..................147·98 *g*
12. » 4h Nachmittag............145·42 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2............1·56 *g*
» » » » 1 *g* ....0·41 *g*
» in einer Vormittagstunde ....0·347 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·157 *g*

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde 2·2 mal so gross als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Das Blatt dieses beliebten Zierstrauches aus Peru ist dick, aber weich und zart gebaut. Obere Epidermis sehr grosszellig,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

stellenweise doppelt, als Wassergewebe ausgebildet. Palissadengewebe zweischichtig; das Schwammparenchym bildet fünf bis sechs Lagen. Namentlich unter der Epidermis, aber auch sonst im Mesophyll befinden sich sehr grosse spiessige Cystolithen. Spaltöffnungen oberseits spärlich, unterseits sehr zahlreich, ohne Schutzeinrichtung gegen zu starke Transpiration. Die Blätter waren vor der nachmittägigen Wägung jedesmal welk, wurden aber Nachts wieder turgescent.

11. **Phönix spec.** (Aus Calcutta).

Theil eines Blattes mit sechs Fiedern. Grösse der Blattfläche 4·363 *dm*². Blattgewicht 11·5 *g*.

14. Jänner	7h Früh		162·30 *g*
14.	»	3h Nachmittag	149·60 *g*
15.	»	7h Früh	147·97 *g*
15.	»	3h Nachmittag	140·38 *g*
16.	»	7h Früh	139·60 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 *dm*² . . . . 2·60 *g*
» » » » 1 *g* . . . . 0·98 *g*
» in einer Vormittagsstunde . . . . . . 1·243 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·057 *g*

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde 21 mal so gross als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Da ein ganzes Blatt circa 80 Fiederabschnitte besitzt (die kleinsten an Spitze und Basis nicht mitgerechnet) und ein Baum circa 30 ausgewachsene Blätter aufweist, so beträgt die Transpirationsgrösse eines Blattes pro Tag rund 150 *g*, eines Baumes circa 4500 *g*.

Die Blattspreite ist fast isolateral gebaut. Epidermis sehr kleinzellig, zweischichtig, Aussenwände stark cuticularisirt. Unter der Epidermis beiderseits in ziemlich regelmässigen Abständen Bastbündel. Assimilationszellen oberseits ein wenig gestreckt, sonst polygonal tafelförmig, quergestellte Lamellen bildend, welche durch Intercellularspalten von einander getrennt sind. Spaltöffnungen beiderseits zahlreich in den zwischen den Bastbündeln gelegenen Epidermisstreifen. Dieselben sind nicht

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

eingesenkt; Schliesszellen hoch, Spalte gleichmässig eng, so dass Vor- und Hinterhof gänzlich fehlen.

12. Carica Papaya.

Ein einzelnes Blatt. Grösse der Blattfläche 5·688 dm^2. Blattgewicht 12·11 *g*.

14. Jänner	7^h Früh	....	162·20 *g*
14. »	3^h Nachmittag	....	159·90 *g*
15. »	7^h Früh	....	158·75 *g*
15. »	3^h Nachmittag	....	156·12 *g*
16. »	7^h Früh	....	155·10 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 .... 0·62 *g*
» » » 1 *g* .... 0·29 *g*
» in einer Vormittagstunde .... 0·308 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·068 *g*

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde 4·5 mal so gross als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Das Blatt ist ziemlich zart gebaut. Obere Epidermis hoch, als Wassergewebe entwickelt. Palissadengewebe einschichtig, Schwammparenchym aus drei Lagen bestehend. Spaltöffnungen im Niveau der Epidermis, typisch gebaut.

13. Theobroma Cacao.

Zweig mit drei Blättern. Grösse der Blattfläche 1·376 dm^2. Blattgewicht 2·43 *g*.

14. Jänner	7^h Früh	....	148·80 *g*
14. »	3^h Nachmittag	....	147·90 *g*
15. »	7^h Früh	....	147·38 *g*
15. »	3^h Nachmittag	....	146·24 *g*
16. »	7^h Früh	....	145·88 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 .... 1·06 *g*
» » » » 1 *g* .... 0·60 *g*
» in einer Vormittagstunde ...... 0·127 *g*
» » » Nachmittag-Nachtstunde 0·027 *g*

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde 4·7 mal so stark als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Das Blatt ist derb gebaut. Epidermis oberseits grosszellig, mit sehr zahlreichen Schleimzellen, die halbkugelig in das Assimilationsgewebe hineinragen. Auch im Nervenparenchym treten Schleimzellen auf. Palissadengewebe zweischichtig, darunter schöne Sammelzellen. Schwammparenchym ziemlich mächtig entwickelt; unterseits noch eine Lage trichterförmiger Palissadenzellen. Mechanisches System sehr kräftig ausgebildet; auch von den kleineren Gefässbündeln ragen Bastrippen bis zur beiderseitigen Epidermis, so dass ein Zusammensinken des Mesophylls kaum möglich ist. Spaltöffnungen sehr klein, zahlreich, typisch gebaut.

14. **Albizzia moluccana.**

Ein einzelnes Blatt. Grösse der Oberfläche sämmtlicher Fiederblättchen 6·83 *g*.

19. Jänner 7^h Früh . . . . 159·95 *g*
19. » 3^h Nachmittag . . . . 151·95 *g*
20. » 3^h Nachmittag . . . . 145·80 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 . . . . 1·19 *g*

Die Fiederblättchen dieses enorm rasch wachsenden Baumes, der auf den Plantagen Javas ein beliebter Schattenbaum ist, sind ziemlich dick, aber im Ganzen zart gebaut, ohne besondere Einrichtungen gegen zu starke Transpiration. Das äusserst chlorophyllreiche Mesophyll ist ganz als Palissadengewebe entwickelt.

15. **Bactris speciosa** (Palme).

Ein Blatt eines jungen Schösslings. Grösse der Blattfläche 5·48 dm^2.

19. Jänner 7^h Früh . . . . 156·24 *g*
19. » 3^h Nachmittag . . . . 151·63 *g*
20. » 3^h Nachmittag . . . . 148·87 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^3 . . . . 1 *g*

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

16. **Grammatophyllum speciosum** (Epiphytische Orchidee).

Ein einzelnes Blatt. Grösse der Blattfläche 1·3 dm^2. Blattgewicht 4·72 *g*.

29. Jänner 4^h Nachmittag	148·70 *g*
30. » 7^h Früh	148·44 *g*
30. » 3^h Nachmittag	147·00 *g*
31. » 7^h Früh	146·74 *g*
1. Februar 7^h Früh	145·92 *g*

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2	0·89 *g*
» » » » 1 *g*	0·245 *g*
» in einer Vormittagstunde	0·180 *g*
» . » Nachmittag-Nachtstunde	0·016 *g*

Die Transpiration war in einer Vormittagstunde 11·2 mal so gross als in einer Nachmittag-Nachtstunde.

Das dicke Blatt dieser kolossalen epiphytischen Orchidee ist derb gebaut. Unter der ziemlich kleinzelligen Epidermis liegen beiderseits Bastbündel von verschiedener Breite. Auch das Mesophyll wird, namentlich gegen die Blattoberseite zu, von kleinen weitlumigen Bastbündeln durchzogen. Wassergewebe fehlt. Das Mesophyll ist mächtig entwickelt, arm an Intercellularen; gegen oben zu sind die Zellen als kurze Palissaden ausgebildet. Die Spaltöffnungen sind nicht eingesenkt, typisch gebaut, der Vorhof nicht besonders weit. Man ist überrascht, bei einem so grossen Epiphyten so wenig ausgesprochene Schutzeinrichtungen gegen zu grosse Transpiration zu finden. Um so vollkommener und zweckentsprechender ist der humussammelnde und Wasser festhaltende Wurzelkranz ausgebildet. Auch fungiren die dicken Stengel als Wasserreservoire.

17. Cocos nucifera.

A. Theil einer Blattfieder. Grösse der Blattfläche 3·234 dm^2. Gewicht 11·87 *g*.

27. Jänner 3^h Nachmittag	158·42 *g*
28. » 7^h Früh	157·54 *g*
28. » 3^h Nachmittag	155·54 *g*
29. » 7^h Früh	155·12 *g*

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 . . . . 0·89 g
» » » » 1 g . . . . 0·24 g

Nach Erneuerung der wasseraufsaugenden Schnittfläche wurde die Blattfieder dem directen Sonnenlichte ausgesetzt.

29. Jänner $7^1/_2{}^h$ Früh . . . . 154·75 g
29. » $10^1/_2{}^h$ Vormittag . . . . 152·35 g Um 11^h fing es zu regnen an.
30. » $7^1/_2{}^h$ Früh . . . . 151·75 g

Die Transpirationsgrösse betrug in einer sonnigen Vormittagstunde 0·8 g. In der übrigen Zeit pro Stunde durchschnittlich 0·029 g; sie übertraf daher in einer Vormittagstunde um das 27 fache den Transpirationsverlust im Laufe einer Nachmittag-Nachtstunde.

B. Theil einer Blattfieder von 98 *cm* Länge. Grösse der Blattfläche 3·324 dm^2, Gewicht 11·95 g. Länge der ganzen Blattfieder 114 *cm*; Gewicht 15·28 g.

27. Jänner 3^h Nachmittag . . . . 156·07 g
29. » 7^h Früh . . . . 155·28 g
29. » 3^h Nachmittag . . . . 153·17 g
29. » 7^h Früh . . . . 152·88 g

Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 . . . . 0·87 g
» » » » 1 g . . . . 0·24 g

Nach Erneuerung der Schnittfläche wurde die Blattfieder dem directen Sonnenlichte ausgesetzt.

29. Jänner $7^1/_2{}^h$ Früh . . . . 152·44 g
30. » $7^1/_2{}^h$ Früh . . . . 149·09 g

Transpirationsgrösse dieses Fiederstückes pro Tag . . . . 3·35 g
» pro Tag und 1 dm^2 . . . . 1·00 g
» » » » 1 g . . . . 0·28 g

Unter Zugrundelegung der vorstehenden Daten habe ich annähernd zu berechnen versucht, wie gross die Transpiration einer erwachsenen Cocospalme an einem typischen Tage der Regenzeit ist, wenn von Sonnenaufgang bis in den späteren Vormittag klares, von da an trübes und regnerisches Wetter herrscht. Das 11·95 g schwere Fiederstück transpirirte in

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

24 Stunden 3·35 *g*. Daraus berechnet sich für die ganze 15·28 *g* schwere Blattfieder ein Transpirationsverlust von 4·28 *g*. Ein ausgewachsenes Blatt besitzt mit Vernachlässigung der kleinsten rund 200 Blattfiedern. Ein ganzes Blatt transpirirt demnach an einem Tage 856 *g*. Der Transpirationsverlust einer Cocospalme mit 25 Blättern würde sonach pro Tag 21·3 *kg*, einer solchen mit 30 Blättern 25·7 *kg* betragen.[1] In der trockenen Jahreszeit wird sich derselbe natürlich bedeutend erhöhen.

Der anatomische Bau der Fiederblattspreiten weist auf ausgiebigen Transpirationsschutz hin. Die Epidermis besitzt sehr stark verdickte Aussenwände und einen krustenförmigen Wachsüberzug. Darunter befindet sich oberseits ein zweischichtiges Wassergewebe, dessen untere Zelllage papillös in das Palissadengewebe hineinragt. Das Assimilationsparenchym ist bis auf die unterste Schicht, die aus isodiametrischen Zellen besteht, als Palissadengewebe entwickelt. Das mechanische System besteht aus I-Trägern, deren obere Gurtungen von isolirten Baststrängen gebildet werden, während die unteren Gurtungen aus den Bastbelegen der Gefässbündel bestehen. Die Spaltöffnungen, unterseits auftretend, sind sehr zahlreich und etwas eingesenkt; die Ausgänge des Vor- und Hinterhofes sind enge.

In der folgenden Tabelle habe ich zunächst die Transpirationsgrössen der siebzehn Versuchspflanzen pro Tag und 1 dm^2 in aufsteigender Reihenfolge zusammengestellt. Hierauf habe ich die nach gleicher Methode ermittelten Transpirationsgrössen einiger bei uns vorkommenden Holzpflanzen mitgetheilt; die diesbezüglichen Versuche wurden in den heissen Augusttagen d. J. im botanischen Garten zu Graz durchgeführt. Die Temperatur schwankte tagsüber zwischen 21 und 31° C. Die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 49 und 80⁰/₀. Dann folgen einige von N. J. C. Müller[2] für verschiedene Holzgewächse

[1] Des Vergleiches halber möge angeführt werden, dass nach Höhnel (Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, II. Bd., 4. Heft) eine freistehende grosse Birke an einem Sommertage 63·8 *kg*, eine 50—60jährige Buche etwa 15 *kg*, eine 115jährige Buche 74·7 *kg* transpirirt.

[2] Handbuch der allgemeinen Botanik, I. Theil, S. 465.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ermittelte Werthe; die Versuchsmethode war wieder dieselbe. Endlich theile ich auch noch eine Anzahl von Daten mit, welche mein Vater, Fr. Haberlandt,[1] für eine Reihe verschiedener Culturpflanzen in der Zeit vom 18. Mai bis 15. Juni 1876 ermittelt hat. Die Versuchsanstellung unterschied sich bloss insoferne von jener, die ich und N. J. C. Müller anwendeten, als mein Vater mit ganzen bewurzelten Pflanzen experimentirte, welche in die mit Wasser gefüllten Glascylinder gesetzt wurden. Die Art der Exposition war dieselbe, wie bei meinen Versuchen.

Name der Pflanze	Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 in Gramm
Conocephalus ovatus	0·29
Musa Ensete	0·45
Gonocaryum pyriforme	0·45
Daemonorops oblongus	0·47
Xanthophyllum vitellinum	0·58
Carica Papaya	0·62
Pterocarpus saxatilis	0·71
Cocos nucifera	0·89
Grammatophyllum speciosum	0·89
Bactris speciosa	1·00
Theobroma Cacao	1·06
Albizzia moluccana	1·19
Ficus elastica	1·52
Sanchezia nobilis	1·56
Loranthus pentandrus	1·86
Phönix spec.	2·60
Acalypha tricolor	3·25
Aesculus Hippocastanum	1·37
Syringa vulgaris	2·03
Acer pseudoplatanus	2·03

[1] Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues, II. Bd., S. 146 ff.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Name der Pflanze	Transpirationsgrösse pro Tag und 1 dm^2 in Gramm
Corylus Avellana	3·33
Cornus sanguinea	4·09
Pyrus communis	5·97

Versuche von N. J. C. Müller:

Pappel....................	2·422
Eiche	2·891
Buche	3·495
Birke.....................	3·651
Weide....................	4·222
Hainbuche	4·357
Erle......................	7·956

Versuche von Fr. Haberlandt:

Name der Pflanze	Transpirationsgrösse pro 1 dm^2 in Gramm			Die Transspiration bei Tag übertrifft die bei Nacht um das
	bei Tag	bei Nacht	Zusammen	
Pastinacia sativa...........	1·146	0·358	1·504	3·2 fache
Nicotiana tabacum	1·457	0·561	2·018	2·5 »
Zea Mays................	1·607	0·427	2·034	3·8 »
Pisum sativum	2·400	0·809	3·209	2·9 »
Humulus lupulus..........	2·625	1·256	3·881	2·1 »
Vicia faba	2·877	1·211	4·088	2·3 »
Helianthus annuus.........	3·738	1·116	4·854	3·3 »
Linum usitassimum	4·266	1·703	5·969	2·5 »
Hordeum sativum..........	4·985	1·214	6·199	4·1 »
Cannabis sativa............	4·444	2·338	6·782	1·9 »

3. Folgerungen und allgemeine Bemerkungen.

Aus der Vergleichung der in den obenstehenden Tabellen mitgetheilten Daten ergibt sich, dass im Allgemeinen die

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Transpiration der untersuchten Tropenpflanzen in dem feuchtwarmen Klima von Buitenzorg bedeutend geringer ist, als die Transpiration von Gewächsen, welche in unserem mitteleuropäischen Klima gedeihen. Unter den 17 Pflanzenarten, deren Transpirationsgrössen bestimmt wurden und welche, wie aus den anatomischen Anmerkungen ersichtlich ist, bald derbe, lederartige, bald zarte, krautige Blätter besassen, transpirirten neun Arten, d. i. circa die Hälfte pro Tag und 1 dm^2 Oberfläche weniger als 1 *g*. Bei sechs Arten schwankte die Transpirationsgrösse zwischen 1 und 2 *g*, und nur bei zwei Arten (*Phönix* und *Acalypha*) erreicht sie 2·6, beziehungsweise 3·25 *g*. Bei unseren einheimischen und eingebürgerten Kräutern und Holzgewächsen dagegen beträgt die Transpiration nur selten weniger als 2 *g* pro Tag und 1 dm^2, sie schwankt gewöhnlich zwischen 2 und 5 *g*, erreicht aber nicht selten auch 6—7 *g* und darüber. Im Durchschnitt bleibt also die Transpiration in einem feuchtwarmen Tropenklima mindestens um das Zwei- bis Dreifache hinter den Transpirationsgrössen, wie sie in unserem Klima gewöhnlich sind, zurück.

Dieses Ergebniss war ja im Grunde genommen vorauszusehen; allein es gewährt doch immerhin einiges Interesse, dasselbe zahlenmässig zum Ausdruck gebracht zu haben.

Die geringe Transpiration, welche die doch so üppig wachsenden Pflanzen der feuchten Niederungen Javas und jedenfalls noch in ausgesprochenerem Masse die Vegetation der mittleren und oberen Bergregionen, soweit der Nebelgürtel reicht, kennzeichnet, ist gewiss ein schwerwiegendes Argument gegen die noch immer sehr verbreitete Annahme, dass »der Transpirationsstrom« als Vehikel der Nährsalze für die Ernährung der grünen Landpflanzen von massgebender Bedeutung sei. Diese Auffassung, welche sich hauptsächlich auf die Autorität von Sachs[1] stützt, kommt in prägnantester Weise in der bekannten Arbeit Kohl's über »die Transpiration der Pflanzen« (S. 10) zum Ausdruck: »Ohne lebhafte Transpiration ist eine genügende zur Assimilation nöthige Zufuhr von Mineralsubstanz unmöglich,

[1] Vergl. dessen Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, II. Auflage, S. 202 ff.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ohne lebhafte Transpiration daher keine ausgiebige Assimilation und ohne diese meist ein relativ unbedeutendes Wachsthum. Daher die Substanzarmuth aller in feuchter Atmosphäre wachsenden Pflanzen, daher die relativ reichliche Stoffproduction aller stark transpirirenden, grünen Pflanzen«. An anderer Stelle (S. 113) heisst es: »Pflanzen, die in wasserdampfreicher Luft wachsen, wird wenig Mineralsubstanz vom Boden zugeführt, denn die Wasserströmung ist eine sehr träge, es wird weniger assimilirt«. Alle diese Behauptungen können nicht schlagender widerlegt werden, als durch den Hinweis auf die grossartige Fülle der Vegetation des feuchtwarmen tropischen Urwaldes, wo die Assimilationsenergie bei sehr geringer, oft ganz sistirter Transpiration, die höchsten Werthe erreicht. Wiederholt ist zwar in gleichem Sinne bereits auf das üppige Wachsthum der Pflanzen in unseren feuchten Gewächshäusern hingewiesen worden, doch hat man von gegnerischer Seite auf dieses Argument vielleicht mit Recht kein grosses Gewicht gelegt, da die äusseren Existenzbedingungen der Gewächshauspflanzen doch gar zu abnorm sind, als dass sich aus ihrem Verhalten weittragende Schlüsse ableiten liessen. Um so bestimmter sprechen dafür die oben mitgetheilten ziffermässigen Angaben über die geringe Transpiration der Pflanzen im feuchten Tropenklima, wenn man sich gleichzeitig vor Augen hält, wie kräftig sich eben dieselben Pflanzen ernähren, wie reichlich sie assimiliren und Trockensubstanz erzeugen. Es kann sonach nicht zweifelhaft sein, dass das Aufsteigen der Nährsalze keineswegs erst eine indirecte Folge der Transpiration ist; der sogenannte »Transpirationsstrom« mag unter Umständen, besonders bei krautigen Pflanzen, die Bewegung der zur Ernährung nöthigen Mineralsubstanzen begünstigen, doch ist er keine conditio sine qua non, als welche er von Sachs u. A. aufgefasst wurde. Der grünen Landpflanze stehen osmotische Kräfte zur Verfügung, welche ganz unabhängig von jenen Betriebskräften, die den zur Deckung der Transpirationsverluste nöthigen Wasserstrom einleiten und unterhalten, selbst bei reichlichster Assimilation eine hinreichende Menge von Aschenbestandtheilen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

aus den Wurzeln in die höchsten Baumkronen hinaufbefördern.[1]

Wenn wir den anatomischen Bau der Versuchspflanzen mit Rücksicht auf die Transpirationsverhältnisse betrachten, so tritt uns die anscheinend paradoxe Thatsache entgegen, dass trotz der infolge der grossen Luftfeuchtigkeit so geringen Gesammttranspiration und trotz des grossen Wassergehaltes des Erdbodens, welcher eine ununterbrochene leichte Wasserversorgung ermöglicht, dennoch so häufig Einrichtungen vorhanden sind, welche auf Transpirationsschutz im weitesten Sinne des Wortes hindeuten. Stark cuticularisirte, dickwandige Epidermen, eingesenkte Spaltöffnungen, vor Allem aber die verschiedenen Formen von Wasserreservoiren, wie typisches äusseres Wassergewebe, Schleimzellen und Speichertracheiden treten uns in verschiedenen Combinationen bei der Mehrzahl der untersuchten Pflanzenarten entgegen.

Im Nachstehenden will ich einige der auffälligsten Beispiele, für welche auch genauere Angaben über die natürlichen Standortsverhältnisse gemacht werden können, besonders hervorheben.

Die nur an den Meeresküsten wildwachsende Cocospalme wird von Schimper[2] unter den Pflanzen der »Barringtoniaformation« aufgezählt, deren xerophiles Gepräge von dem genannten Forscher nicht auf Trockenheit des Standortes,

---

[1] Es ist ein Verdienst von Volkens (die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste, Berlin 1887, S. 38), gegenüber der von Sachs, Kohl u. A. angenommenen Bedeutung der Transpiration und des Transpirationsstromes für die Ernährung der grünen Landpflanzen den gegentheiligen Standpunkt schon vor einer Reihe von Jahren mit aller Schärfe betont zu haben. Seine Argumentation war allerdings nicht ganz einwurfsfrei, wie ich in einem Referate über jenes Werk (Flora, 1888) dargelegt habe. Ich selbst stand damals allerdings noch auf dem Sachs'schen Standpunkte. Vergl. auch die klaren Auseinandersetzungen Pfeffer's (Studien zur Energetik der Pflanze, Abth. der mathem.-phys. Cl. der k. sächs. Gesell. der Wissenschaften, XVIII. Bd., S. 268 ff.), welcher, obgleich er die Ausgiebigkeit der Stoffbewegung bei fehlender einseitiger Wasserströmung ausdrücklich betont, dennoch der Wasserbewegung im Holzkörper für den Transport der Nährsalze eine »wesentliche Bedeutung« zuschreibt.

[2] Die indo-malayische Strandflora, Jena 1891, S. 69.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

sondern auf den Salzgehalt des Bodens zurückgeführt wird. Nun behält aber das Blatt der Cocospalme auch im Innern des Landes, im feuchten Klima von Buitenzorg, sein xerophiles Gepräge vollständig bei, wie aus der obigen Schilderung seines anatomischen Baues deutlich hervorgeht. Seine auf Transpirationsschutz abzielenden Einrichtungen können daher nicht bloss vom Salzgehalt des Bodens abhängig sein. Bekanntlich sind auch die Blätter vieler anderer Palmen, auch solcher die auf feuchten Standorten leben, mit derartigen Schutzeinrichtungen, namentlich mit mehr oder minder mächtig ausgebildetem Wassergewebe versehen. Bei dieser Gelegenheit möge auch an das meist sehr stark ausgebildete Wassergewebe der Musaceen, Cannaceen, Zingiberaceen und Marantaceen erinnert werden, die in der Regel andauernd feuchte Standorte bevorzugen.

Bei *Ficus elastica* sprechen die sehr stark verdickten und cuticularisirten Aussenwände der Epidermis, das beiderseitige Wassergewebe und die tief eingesenkten Spaltöffnungen für einen sehr ausgiebigen Transpirationsschutz. Der Baum kommt in den feuchten Wäldern Ostindiens, am Fusse des östlichen Himalaya, in Assam, Burmah und im malayischen Archipel vor.[1] Auf Java tritt er nach Junghuhn[2] besonders in den Wäldern von Süd-Bantam (Westjava) vereinzelt auf.

Conocephalus ovatus, ein kletternder Strauch mit sehr grossen Blättern, die oberseits ein mächtiges Wassergewebe mit grossen Schleimzellen besitzen, kommt in den tiefer gelegenen Urwäldern Westjavas vor. Ich begegnete ihm in der Waldschlucht des Tjiapus am Fusse des Salak, wo das ganze Jahr hindurch die grösste Feuchtigkeit herrscht.

Das Blatt von *Theobroma Cacao* besitzt eine grosszellige obere Epidermis mit zahlreichen sehr grossen Schleimzellen. Die Heimat dieses Strauches umfasst hauptsächlich die ausgedehnten, überaus feuchten Waldungen am Solimoes im Äquatorialgebiet des Amazonenstromes.[3]

---

[1] Vergl. Engler und Prantl, Die natürl. Pflanzenfamilien, 18. Lief., S. 90.

[2] Java, übersetzt von Hasskarl, I. Bd., S. 259.

[3] Vergl. Griesbach, Die Vegetation der Erde, I. Aufl., 2. Bd., S. 378 und 389.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Das sind allerdings bloss einige Stichproben, die sich aber leicht vermehren liessen. So will ich nur noch in Kürze erwähnen, dass die Mehrzahl der kleinen Unkräuter, die ich im Buitenzorger botanischen Garten gefunden und untersucht habe, durch den Besitz von oft mächtig entwickeltem Wassergewebe ausgezeichnet sind. So ist z. B. bei der kleinen *Peperomia exigua* die obere Epidermis als enorm grosszelliges Wassergewebe entwickelt; das Assimilationsgewebe bildet eine einzige Lage kurzer Trichterzellen, dann folgen zwei chlorophyllose Schwammparenchymzelllagen und die untere Epidermis repräsentirt wieder ein grosszelliges Wassergewebe. *Oxalis sensitiva*, die im Quartier der Kletterpflanzen häufig ist, besitzt sehr dünne Fiederblättchen; die beiderseitigen Epidermen, von denen die untere aus blasig erweiterten Zellen besteht, sind aber zusammen fast ebenso dick wie das Assimilationsgewebe. Die kleine kriechende *Euphorbia thymifolia* besitzt in ihren Laubblättern isolirte Nester aus grossen Wassergewebszellen, die ihrer Form und Lagerung nach aus Schwammparenchymzellen hervorgegangen sind.

Wiederholt ist in den letzten Jahren darauf hingewiesen worden, dass unter bestimmten Verhältnissen auch Pflanzen nasser Standorte ein »xerophiles Gepräge« zeigen können. So hat zunächst Kihlman in seinen anregenden »Pflanzenbiologischen Studien aus Russisch-Lappland«[1] die schon von Warming geschilderten Schutzeinrichtungen arktischer Pflanzen gegen zu starke Transpiration in erster Linie mit der erschwerten Wasseraufnahme aus dem kalten Boden der Tundra in Zusammenhang gebracht. Die gleiche Beziehung hat neuerdings Goebel[2] für die Vegetation der feuchten, ja vielfach nassen, von heftigen Stürmen bestrichenen Paramos der venezolanischen Anden geltend gemacht. Der xerophile Charakter der Mangrovevegetation, wie überhaupt der Strandgewächse, die vielfach eine halb aquatische Lebensweise führen, hat Schimper[3] in überzeugender Weise mit dem Salzgehalt des Substrates in Beziehung gesetzt, da ihn

[1] Acta societatis pro fauna et flora fennica, T. VI, No. 3. Helsingfors 1890.

[2] Pflanzenbiologische Schilderungen, II. Th., 1. Lief. Marburg 1891.

[3] Die indomalayische Strandflora, S. 9 ff.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Culturversuche gelehrt hatten, dass Salzanhäufung in den Laubblättern die Assimilation stark beeinträchtigt.

Wie erklärt sich nun das so häufige Vorkommen directer und namentlich indirecter Schutzeinrichtungen gegen zu starke Transpiration bei Pflanzen, die in einem feuchtwarmen Tropenklima zu Hause sind? Wenn auch die Gesammttranspiration solcher Pflanzen relativ gering ist, so erreicht doch die Transpiration in den wenigen sonnigen Vormittagstunden, namentlich bei directer Insolation, so beträchtliche Werthe, dass die Gefahr des Welkens, wenn auch nicht des Austrocknens, sehr nahegerückt wird. Die des Transpirationsschutzes entbehrenden Blätter der Acalyphabüsche, welche tagtäglich in den späteren Vormittagstunden welk werden, sind ein Beweis dafür. Dass aber schon ein blosses Welkwerden der Blätter mit einem sehr beträchtlichen Nachtheile für die Pflanze verbunden ist, geht aus der schon von Sachs gemachten Beobachtung hervor, die später von Nagamatsz[1] experimentell bestätigt wurde, dass nämlich welkgewordene Blätter auch unter günstigen äusseren Assimilationsbedingungen keine Stärke erzeugen. Ob diese Thatsache schon durch die Annahme genügend erklärt wird, dass sich die Spaltöffnungen welkender Blätter schliessen und den Eintritt kohlensäurehaltiger Luft verhindern, wie Sachs meint, oder ob die ungestörte Function der assimilirenden Zellen einen gewissen Turgescenzzustand erfordert, welcher aufrecht erhalten werden muss, wenn überhaupt Assimilation stattfinden soll, — dies ist eine Frage für sich, die hier nicht weiter in Betracht kommt. Da nun gerade jene Tagesstunden, welche die Gefahr einer zu starken Transpiration mit sich bringen, für eine ausgiebige Assimilationsthätigkeit weitaus am günstigsten sind,[2] so ist es für die Pflanze von grösster Wichtigkeit, dass in dieser Tageszeit die Turgescenz des Blattes, respective der Schliesszellen des Spaltöffnungsapparates und des Assimilationsgewebes nicht zu sehr

---

[1] Beiträge zur Kenntniss der Chlorophyllfunction, Arbeiten des bot. Institutes in Würzburg. 3. Bd., S. 404 ff.

[2] Die nachmittägige Umwölkung des Himmels ist in der Regel so stark, dass in dieser Zeit eine energischere Assimilation ausgeschlossen sein dürfte. Leider habe ich es versäumt, darüber Versuche anzustellen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

sinke. Dass zu diesem Zwecke directe Schutzeinrichtungen, welche die Transpiration herabsetzen, indem sie die Durchlüftung erschweren (Haarbekleidung, eingesenkte Spaltöffnungen) nicht oder nur in beschränktem Masse zur Anwendung gelangen, erscheint begreiflich, da ja die Gefahr der Austrocknung nicht vorliegt und eine erschwerte Durchlüftung auch die Assimilation beeinträchtigt. Die Ausbildung von Wasserreservoiren wird dagegen um so mehr am Platze sein, als ihre tägliche Füllung in den Nachmittags- und den Nachtstunden, wenn die Transpiration auf ein Minimum herabgesunken ist, zugleich eines der Mittel vorstellt, durch welches die von dem sehr bedeutenden Wurzeldruck emporgepresste Wassermenge, welche die Durchlüftungsräume zu injiciren droht, gewissermassen beseitigt wird.[1]

So erfüllen das Wassergewebe, die Schleimzellen und Speichertracheïden der Laubblätter im feuchten Tropenklima eine doppelte Aufgabe: In den heissen, sonnigen Vormittagstunden verhüten sie als Wasserspeicher das die Assimilation in hohem Grade beeinträchtigende Welkwerden der Blätter, und Nachts fungiren sie gewissermassen als Inundationsgebiet zur Aufnahme des vom Wurzeldruck in reichlicher Menge emporgetriebenen Wassers. Diese doppelte Function aber hängt damit zusammen, dass die Transpiration im feuchten Tropenklima im Laufe eines ganzen Tages eine viel ungleichmässigere ist als bei uns. Die Maximal- und Minimalwerthe der Transpiration, für die einzelnen Stunden des Tages berechnet, liegen in jenen tropischen Gebieten viel weiter auseinander als in unseren Gegenden. Wenn bei uns die Transpiration in einer Tagesstunde (directe Insolation ausgeschlossen) durchschnittlich zwei- bis viermal so stark ist als in einer Nachtstunde, so ergeben die oben mitgetheilten Transpirationsversuche zu Buitenzorg, dass in gleichen Zeiten die Pflanzen

---

[1] Die auf die Ausscheidung flüssigen Wassers abzielenden Einrichtungen, welche bei den Pflanzen feuchtwarmer Tropengegenden in weit grösserer Mannigfaltigkeit auftreten als bei den Pflanzen unserer einheimischen Flora mit ihren »Wasserspalten«, sollen in der nächsten Abhandlung besprochen werden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Vormittags meist 8—11mal so stark transpirirten als Nachmittags und während der Nacht.

Zum Schlusse möge noch in Kürze darauf hingewiesen werden, wie sehr im tropischen Urwalde das häufige Vorkommen terrestrisch lebender Gewächse mit Schutzeinrichtungen gegen zu starke Transpiration, vor Allem mit Wasserspeichern verschiedener Art, den Übergang zu epiphytischer Lebensweise erleichtern, die Ausbildung xerophiler Epiphyten fördern musste. Wenn z. B. *Ficus elastica* oder *Peperomia exigua* gelegentlich auch epiphytisch leben, so ist ihnen dies möglich, weil sie von vorneherein schon einen Blattbau besitzen, der ihnen diese Lebensweise gestattet. Beim Übergang von der terrestrischen zur epiphytischen Lebensweise müssen, wie Schimper[1] auseinandergesetzt hat, bereits gewisse Vorbedingungen erfüllt sein, es müssen bestimmte Eigenthümlichkeiten der Organisation von vorneherein schon vorhanden sein, welche den Epiphytismus ermöglichen, Eigenschaften, die dann im Laufe der weiteren Anpassung eine beträchtliche Steigerung erfahren können. In Bezug auf den Bau der Vegetationsorgane gehört zu diesen Vorbedingungen, soweit es sich um die Ausbildung xerophiler Epiphyten handelt, in erster Linie das Vorhandensein von Einrichtungen, welche auf Transpirationsschutz im weitesten Sinne des Wortes abzielen. Diese Vorbedingung ist nun, wie wir gesehen haben, auch im feuchten Tropenklima häufig genug erfüllt. — Der gleiche Umstand erleichtert anderseits auch die Anpassung an die Existenzbedingungen, welche die Pflanzen auf dem salzhältigen Boden des Meeresstrandes vorfinden.

[1] Die epiphytische Vegetation Amerikas, Jena 1888.